

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-117973

(43)Date of publication of application : 19.04.2002

(51)Int.Cl.

H05B 33/04

C23C 14/12

C23C 16/50

H05B 33/10

H05B 33/14

(21)Application number : 2001-146910

(71)Applicant : TOYOTA CENTRAL RES & DEV LAB INC

(22)Date of filing : 16.05.2001

(72)Inventor : AKETO KUNIO
SUZUKI MOTOFUMI
OWAKI TAKESHI
TAGA YASUNORI

(30)Priority

Priority number : 2000143840

Priority date : 16.05.2000

Priority country : JP

2000235919

03.08.2000

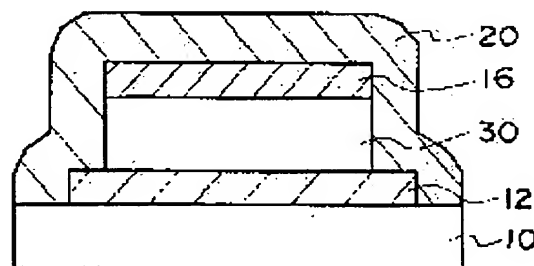
JP

(54) ORGANIC ELECTROLUMINESCENT ELEMENT AND ITS MANUFACTURING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an organic electroluminescent (EL) element with an excellent protective film having a high cooling effect of the element and a high shielding property of moisture and oxygen in the air at a low cost.

SOLUTION: This organic EL element is provided with at least an organic compound layer 30 between a first electrode 12 and a second electrode 16 to form an element region, and a protective film 20 including a polymerized film of a hetero-cyclic compound is formed to cover the element region. The hetero-cyclic compound of the protective film is a five-membered ring compound such as furan, pyrrole, and thiophene, and the polymerized film includes a polymer of one of the compounds or a copolymer of two or more compounds. The polymerized film of the hetero-cyclic compound can be formed as a thin film by plasma polymerization, it exerts a sufficient shielding property against water and oxygen or the like, it has relatively high thermal conductivity, and it can be manufactured at a low cost. A layered structure including the polymerized film and inorganic protective films such as a silicon nitride film, a silicon oxide film, and a DLC film in this order or in the inverse order may be used for the protective film 20.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

08.01.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-117973

(P2002-117973A)

(43) 公開日 平成14年4月19日 (2002. 4. 19)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
H 0 5 B 33/04		H 0 5 B 33/04	3 K 0 0 7
C 2 3 C 14/12		C 2 3 C 14/12	4 K 0 2 9
	16/50		4 K 0 3 0
H 0 5 B 33/10		H 0 5 B 33/10	
33/14		33/14	A
審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 12 頁)			

(21) 出願番号 特願2001-146910 (P2001-146910)

(22) 出願日 平成13年5月16日 (2001. 5. 16)

(31) 優先権主張番号 特願2000-143840 (P2000-143840)

(32) 優先日 平成12年5月16日 (2000. 5. 16)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願2000-235919 (P2000-235919)

(32) 優先日 平成12年8月3日 (2000. 8. 3)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003609

株式会社豊田中央研究所

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地
地の1

(72) 発明者 明渡 邦夫

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地
地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72) 発明者 鈴木 基史

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地
地の1 株式会社豊田中央研究所内

(74) 代理人 100075258

弁理士 吉田 研二 (外2名)

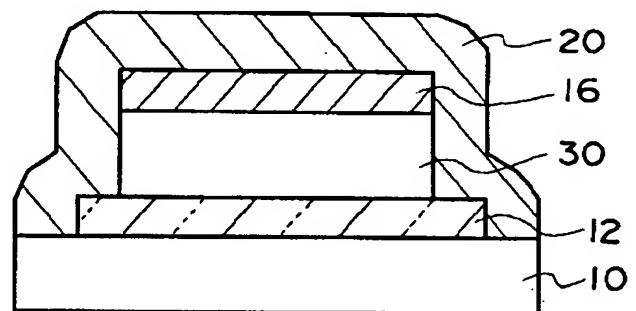
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機電界発光素子及びその製造装置

(57) 【要約】

【課題】 素子の冷却効果が高く、かつ、空気中の水分や酸素の遮蔽性の高い優れた保護膜を備える有機E L素子の低コストでの提供。

【解決手段】 有機E L素子は、第1電極12、第2電極16との間に少なくとも一層の有機化合物層30を備えて素子領域が構成されており、この素子領域を覆うようにヘテロ環式化合物の重合膜を含む保護膜20を形成する。この保護膜のヘテロ環式化合物は、フラン、ピロール、チオフェン等の五員環化合物であり、重合膜はこれら化合物のいずれかの重合体又は2つ以上の共重合体を含む。このヘテロ環式化合物の重合膜はプラズマ重合によって薄膜として形成でき、水や酸素等に対し十分な遮蔽性を発揮し、熱伝導度が比較的高く、低コストで製造することができる。また、保護膜20は上記重合膜と、窒化珪素膜、酸化珪素膜、D L C膜等の無機保護膜をこの順又は逆順で含む積層構造としてもよい。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 有機電界発光素子において、
電極間に少なくとも一層の有機化合物層を備えた素子領域と、

該素子領域を覆って形成された保護膜と、を備え、
前記保護膜はヘテロ環式化合物の重合体を含む有機保護膜を有することを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の有機電界発光素子において、

前記ヘテロ環式化合物は、五員環化合物であることを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項 3】 請求項 1 又は請求項 2 に記載の有機電界発光素子において、

前記ヘテロ環式化合物の重合体は、フラン、ピロール、チオフェンのいずれかの重合体又は 2 つ以上を含む共重合体であることを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項 4】 請求項 1 ～請求項 3 のいずれかに記載の有機電界発光素子において、

前記有機保護膜は、前記ヘテロ環式化合物をプラズマ重合して得た重合膜を有することを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項 5】 請求項 1 ～請求項 3 のいずれかに記載の有機電界発光素子において、

前記保護膜は、前記有機保護膜と、無機保護膜とを含む積層構造であることを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項 6】 請求項 5 に記載の有機電界発光素子において、

前記無機保護膜は、窒化膜又は酸化膜又は炭素膜又はシリコン膜のいずれかを含むことを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項 7】 請求項 6 に記載の有機電界発光素子において、

前記有機保護膜は、ヘテロ環式化合物をプラズマ重合して得られた重合膜であり、

前記無機保護膜は、窒化珪素膜、窒化硼素膜、窒化アルミニウム膜、酸化珪素膜、酸化アルミニウム膜、酸化チタン膜、アモルファスシリコン膜又はダイヤモンド状カーボン膜のいずれかであり、プラズマ CVD 法によって形成された膜であることを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項 8】 請求項 5 ～請求項 7 のいずれかに記載の有機電界発光素子において、

前記有機保護膜が、前記素子領域側に形成され、前記無機保護膜が前記重合膜を覆って形成されていることを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項 9】 請求項 5 ～請求項 7 のいずれかに記載の有機電界発光素子において、

前記無機保護膜が、前記素子領域側に形成され、前記有機保護膜が前記無機保護膜を覆って形成されていることを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項 10】 請求項 9 に記載の有機電界発光素子において、

前記有機保護膜を覆ってさらに、無機保護膜が形成されていることを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項 11】 請求項 9 又は請求項 10 に記載の有機電界発光素子において、

前記素子領域側に形成された前記無機保護膜は、膜厚 500 nm 以下であることを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項 12】 電極間に少なくとも一層の有機化合物層を備えた素子領域と、有機保護膜及び無機保護膜の積層構造を備え該素子領域を覆って形成された保護膜と、

を備える有機電界発光素子の製造装置であって、
前記素子領域を構成する各層をそれぞれ成膜する素子成膜室と、

前記有機保護膜を成膜する有機保護膜成膜室と、
前記無機保護膜を成膜する無機保護膜成膜室と、を備え、

少なくとも、前記素子領域を覆って先に形成される前記有機又は無機保護膜を成膜する前記有機又は無機保護膜成膜室と、前記素子成膜室とが直接又は搬送用真空室を介して連結されていることを特徴とする有機電界発光素子の製造装置。

【請求項 13】 請求項 12 に記載の有機電界発光素子の製造装置において、

前記無機保護膜成膜室はプラズマ CVD 装置により構成され、前記有機保護膜成膜室はプラズマ重合装置により構成されていることを特徴とする有機電界発光素子の製造装置。

【請求項 14】 請求項 12 又は請求項 13 に記載の有機電界発光素子の製造装置において、

前記有機保護膜成膜室で形成される前記有機保護膜は、ヘテロ環式化合物の重合体を含み、前記無機保護膜成膜室で形成される前記無機保護膜は、窒化膜又は酸化膜又は炭素膜又はシリコン膜のいずれかを含むことを特徴とする有機電界発光素子の製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、有機電界発光素子（以下有機 EL 素子という）、特にこの素子を保護するための保護膜に関する。

【0002】

【従来の技術】有機 EL 素子は、基板上に、電極及び電極間に形成された有機発光層を備え、両側の電極から有機発光層に電子と正孔を注入し、有機発光層で発光を起こさせる素子であり、高輝度発光が可能である。また有機化合物の発光を利用しているため発光色の選択範囲が広いなどの特徴を有し、光源やディスプレイなどとして期待されており現在実用化が始まりつつある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】有機EL素子は、長時間駆動すると輝度が減少するという劣化現象、即ち経時劣化が発生することが知られている。このような有機EL素子の経時劣化の原因の一つとして、素子駆動中に発生するジュール熱により素子温度が上昇し、これにより有機化合物に変質等が発生することが考えられている。そこで、経時劣化を抑えるためには、素子を冷却し、駆動中に発生するジュール熱による素子温度の上昇を抑制する必要がある。

【0004】素子を効率よく冷却するには、発生した熱を効率よく放熱させることが必要で、そのためには、ペルチェ素子やファンなどを設け、有機EL素子を直接冷却するかまたは熱伝導度の高い物質を介して冷却する手法が考えられる。

【0005】しかし、有機EL素子は、一般に基板として熱伝導度の低いガラス基板が用いられており、ガラス基板による冷却効果はそれほど期待できない。従って、このような基板の上に形成された素子部側からの放熱が必要となる。

【0006】また、有機EL素子、特にその有機化合物層は空気中の水分や酸素による浸食を受けやすく、これら水分や酸素存在下では、ダークスポットと呼ばれる発光不能領域が発生する等の劣化が起きやすい。そこで、有機EL素子では、乾燥窒素やアルゴンガスなどの雰囲気中で、カバーガラスや缶パッケージなどの封止部材などを用い、基板上に形成された素子部側を封止したり、素子部側を保護膜で覆うなどの対策が施されることが知られている。このため、素子部側から有機EL素子を直接冷却することは不可能であり、封止部材、保護膜などを介して強制冷却が行われることとなる。

【0007】しかし、このカバーガラスや缶パッケージによる封止の場合、素子とこれら封止部材との間には、熱伝導度の低い乾燥窒素層やアルゴンガス層が存在する。これらの層は、有機EL素子部を構成する薄膜に比べて非常に厚く、冷却効果が極めて低い。従って、冷却による素子寿命の向上の効果が低い。

【0008】保護膜としては、シリコン窒化膜やシリコン酸化膜やDLC (Diamond Like Carbon、特開平5-101885号公報) の他、有機材料としてポリパラキシレン (特開平5-101886号公報)、ポリ尿素 (特開平8-222368号公報) 等を用いることが提案されている。

【0009】これらの保護膜の内、シリコン窒化膜やシリコン酸化膜は、空気中の水分や酸素に対する遮蔽性、熱伝導率は高いが、これらの膜を製造するためのコストは高い。特に、ストライプ状に形成された第1及び第2電極が、有機発光層を挟んで互いに交差するように配置された単純マトリクス型有機EL素子では、低製造コストであることの要求が強い。また、この単純マトリクス

型では素子部自体を製造するにあたっては、シリコン窒化膜などのみを保護膜に使用すると、厚いシリコン窒化膜が必要なために製造コストの上昇につながってしまう。また、上述のような有機ポリマーやDLC等を保護膜として用いた場合、空気中の水分や酸素の遮蔽性が十分高いとは言えず、素子の劣化を防止する機能が低くなってしまう。

【0010】また、上記シリコン窒化膜や、シリコン酸化膜は、半導体プロセスの通常のプロセスによって成膜すると成膜時に下層にある有機化合物膜にダメージを与える可能性があるため、ダメージを与えないよう、ECRプラズマCVD (特開平10-261487号公報) を用いて成膜することが提案されている。しかしECRプラズマCVD法によって成膜されたシリコン窒化膜やシリコン酸化膜は水分及び酸素の遮蔽性は不十分であった。

【0011】そこで、上記課題を解決するために、この発明では、有機EL素子の冷却効果が高く、かつ、空気中の水分や酸素の遮蔽性の高い優れた保護膜を備える有機EL素子を低コストで提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するためにこの発明は、有機電界発光素子において、電極間に少なくとも一層の有機化合物層を備えた素子領域と、該素子領域を覆って形成された保護膜と、を備え、前記保護膜がヘテロ環式化合物の重合体を含む有機保護膜を有することを特徴とする。

【0013】また本発明の他の態様は、上記ヘテロ環式化合物は、五員環化合物であることである。

【0014】本発明の他の態様は、前記ヘテロ環式化合物の重合体膜は、フラン、ピロール、チオフェンのいずれかの重合体又は2つ以上からなる共重合体を含むことである。

【0015】このようなヘテロ環式化合物の重合体を含む有機保護膜を有する保護膜は、水や酸素等に対し十分な遮蔽性を発揮する。また、熱伝導度が比較的高いため、素子領域を覆って構成した場合に、素子領域で発生した熱を放熱させることができ、熱による劣化が起きやすい有機EL素子の寿命を向上させることが可能となる。また、素子領域をこのヘテロ環式化合物の重合膜を有する保護膜が直接覆うことにより、保護膜をさらに強制冷却手段等で冷却することが可能で、より容易かつ効率的に有機EL素子を冷却することが可能となる。さらにこの重合膜は低コストで製造することができる。

【0016】また、本発明の他の態様において、上記有機保護膜は、前記ヘテロ環式化合物をプラズマ重合して得た重合膜である。

【0017】プラズマ重合法を用いれば、有機EL素子の素子領域上に薄膜として保護膜を形成することが容易であり、また、素子領域を水分や酸素等に晒すことなく

この素子領域を保護膜で覆うことが可能となる。

【0018】また、本発明の他の態様では、上記保護膜は、上記有機保護膜と、さらに無機保護膜を備えた積層構造を有する。

【0019】さらに、この無機保護膜としては、窒化膜又は酸化膜又は炭素膜又はシリコン膜のいずれかを有する。無機保護膜は、より具体的には、窒化珪素膜、窒化硼素膜、窒化アルミニウム膜、酸化珪素膜、酸化アルミニウム膜、酸化チタン膜、アモルファスシリコン膜膜又はダイヤモンド状カーボン（DLC）等が採用可能である。

【0020】このような、ヘテロ環式化合物の重合体等からなる有機保護膜と、窒化膜、酸化膜、シリコン膜、DLC膜等を用いた無機保護膜とを有する保護膜は、水や酸素に対し十分な遮蔽性を発揮すると同時に、熱サイクルに対しても耐久性を有する有機EL素子を提供することができる。つまり、積層構造体の熱伝導率は比較的高く、素子領域で発生した熱を放熱することができ、熱による劣化がおきやすい有機EL素子の寿命を向上させることが可能となる。また、保護膜を強制冷却手段で冷却することが可能で、より容易かつ効率的に有機EL素子を冷却することが可能となる。さらに、本発明の積層構造を有する保護膜は、通常実施されているカバーガラスや缶パッケージなど封止に比べ、低コストで製造することができる。

【0021】また、本発明において、保護膜を形成する前記ヘテロ環式化合物はプラズマ重合して得られた重合膜を含んでおり、かつ前記窒化珪素膜、酸化珪素膜、DLC膜等の無機保護膜はプラズマCVD法によって得られたことを特徴とする。

【0022】ヘテロ環式化合物をプラズマ重合法で形成すれば、有機EL素子の素子領域上にダメージを与えることなく薄膜として薄膜を形成することが容易である。

【0023】また、本発明の態様において、有機保護膜と無機保護膜の積層構造は、素子側を上記有機保護膜とする構造、或いは反対に素子側を無機保護膜とする構造のいずれを採用することも可能である。

【0024】有機保護膜及び無機保護膜が素子領域側からこの順に形成された構成を採用すれば、有機保護膜は無機保護膜と比べて熱応力が小さい為、素子駆動時に素子が発熱した場合にも素子にかかる応力を低減できる。また、有機保護膜が素子領域を覆った状態で無機保護膜を形成することとなるため、無機保護膜の成膜にあたり、強度の低い膜になりやすいECRプラズマでなく、汎用のRFプラズマを用いることができ、最外層に位置する無機保護膜の強度を向上でき、結果として有機EL素子の保護機能を寄り向上させることが可能となる。

【0025】また、無機保護膜及び有機保護膜が素子領域側からこの順に形成された構成を採用すれば、有機保護膜中の重合体と素子中の有機化合物とが反応すること

を防止でき、素子の劣化防止が可能となる。またこの素子側の無機保護膜を比較的薄い例えば500nm程度の厚さとすれば、この無機保護膜の熱応力による素子への悪影響を低減することができる。

【0026】さらに素子側から無機保護膜及び有機保護膜がこの順に形成されている構成において、有機保護膜を覆ってさらに無機保護膜を形成する保護膜の多層構造も採用でき、最外層を無機保護膜として、有機保護膜を外気と遮断していっそう保護膜としての耐性を高めることができる。

【0027】本発明の他の態様は、電極間に少なくとも一層の有機化合物層を備えた素子領域と、有機保護膜及び無機保護膜の積層構造を備えた素子領域を覆って形成された保護膜と、を備える有機電界発光素子の製造装置に関し、前記素子領域を構成する各層をそれぞれ成膜する素子成膜室と、前記有機保護膜を成膜する有機保護膜成膜室と、前記無機保護膜を成膜する無機保護膜成膜室と、を備える。そして、少なくとも、前記素子領域を覆って先に形成される前記有機又は無機保護膜を成膜する前記有機又は無機保護膜成膜室と、前記素子成膜室とが直接又は搬送用真空室を介して連結されている。

【0028】また、上記有機電界発光素子の製造装置において、前記無機保護膜成膜室はプラズマCVD装置により構成され、前記有機保護膜成膜室はプラズマ重合装置により構成することができる。

【0029】さらに、前記有機保護膜成膜室で形成される前記有機保護膜は、ヘテロ環式化合物の重合体を含み、前記無機保護膜成膜室で形成される前記無機保護膜は、窒化膜又は酸化膜又は炭素膜又はシリコン膜のいずれかを含む構成を採用することができる。

【0030】このような構成とすることで、既に有機EL素子が形成された基板を大気に晒さずに保護膜の成膜装置まで搬送することができる。有機EL素子を大気に晒さずに保護膜形成装置に搬送することが可能となることで、in-situでの各層の積層が可能となる。これにより、例えばプラズマ重合によって形成した有機保護膜中に残存する有機化合物モノマーによる素子の浸食を防止し、かつ特に高温駆動時に問題となる大気中の水分や酸素の吸着による浸食を防止し、さらに吸着水分や酸素により、プラズマ重合体の有機保護膜の膜質が劣化することを防止して、ダークスポットのない高温耐久性を有する有機EL素子の製造が可能となる。

【0031】

【発明の実施の形態】以下、図面を用いてこの発明の好適な実施の形態（以下実施形態という）について説明する。

【0032】〔実施形態1〕図1は、この発明の実施形態1に係る有機EL素子の概略断面構成を示している。基板10上には、第1電極12、発光層を含む有機化合物層30、第2電極16が積層されて素子領域が構成さ

れており、第1電極12と第2電極16から電子と正孔を発光層に注入することで発光層の有機化合物が励起され、発光が起きる。

【0033】図1において最上層に形成された第2電極16の上から、つまり、第2電極形成後、基板10の素子領域全体を覆って保護膜20が形成されている。本実施形態1において、この保護膜20は、フラン等のヘテロ環式化合物の重合体からなる有機保護膜を用いている。ヘテロ環式化合物は、上記フランの他、ピロール、チオフェンなどの五員環化合物であり、これらの五員環化合物の1種類を材料として形成した重合膜でも、複数種類を材料として形成した共重合膜でもよい。また、保護膜20は、単一のヘテロ環式化合物重合膜から構成されるものに限られず、このような重合膜の多層構造であってもよい。また、ヘテロ環式化合物重合膜の形成方法としては、プラズマ重合、電解重合及び熱重合などがあり、特に、プラズマ重合法を用いれば、有機化合物層30に悪影響を与えずに簡単に重合薄膜（共重合膜も同様）を素子領域を覆って形成できる。

【0034】フラン重合膜等のヘテロ環式化合物の重合膜は、ほぼ透明で、空気中の水分や酸素の遮蔽性が高いため、有機EL素子の保護膜として十分な性能を有する。

【0035】また、このようなヘテロ環式化合物の重合膜は、有機EL素子用としては十分な耐熱性（例えば200℃程度）を備えると共に、熱伝導度が比較的高く、有機EL素子を駆動することで発生するジュール熱は、容易にこの重合膜へと拡散し、重合膜表面で放熱される。このため、素子温度上昇が防がれ温度上昇による有機化合物層30の変質などを防いで、素子寿命の向上を図ることが可能となる。また、カバーガラスや缶パッケージなどの封止筐体が不要であるので、ペルチェ冷却や空冷ファン冷却などの強制冷却手段を併用すればこのヘテロ環化合物重合膜からなる保護膜表面の放熱を促進できる。このため、有機EL素子の冷却をより確実に行うことが可能となる。

【0036】さらに、フラン重合膜等は、例えばシリコン窒化膜等と比較して、熱応力が小さいため、上述のように素子駆動によってジュール熱が発生した場合にも、応力発生によって素子内部等と与える歪みを少なくできる。

【0037】また、保護膜20としてヘテロ環式化合物の重合膜を用いる場合に、このヘテロ環式化合物材料は安価で、またプラズマ重合装置など比較的安価な成膜装置によって成膜できる。

【0038】〔実施形態2〕次に本発明の実施形態2に係る有機EL素子について図2を用いて説明する。

【0039】実施形態1と相違する点は、図2に示すように、保護膜20がフラン等のヘテロ環式化合物の重合体を含む有機保護膜（重合膜）22と、窒化膜、酸化

膜、カーボン膜又はシリコン膜などの無機保護膜24との積層構造から構成されていることである。

【0040】無機保護膜24は、窒化珪素膜、窒化硼素膜、窒化アルミニウム膜、酸化珪素膜、酸化アルミニウム膜、酸化チタン膜、DLC膜又はアモルファスシリコン膜のいずれかなどから構成することができる。有機保護膜22を構成するヘテロ環式化合物は上記フランの他、ピロール、チオフェンなどの五員環化合物であり、これらの五員環化合物の1種類を材料として形成した重合膜でも、複数種類を材料として形成した共重合膜でもよい。また、ヘテロ環式化合物重合膜の形成方法としては、プラズマ重合、電解重合及び熱重合があり、特にプラズマ重合法を用いれば、有機化合物層30に悪影響を与えずに簡単に重合膜を素子領域を覆って形成できる。有機保護膜22を形成後、無機保護膜24はプラズマCVD等によって形成される。有機保護膜22が形成されているので、一旦空気中に晒してもよく、別のCVD装置に搬送し、無機保護膜を作製することができる。また、ECRプラズマ等の弱いプラズマにする必要はなく通常のRFプラズマを用いたCVDによって作製が可能である。

【0041】フラン等のヘテロ環式化合物の重合膜と窒化珪素膜、酸化珪素膜、DLC膜等の無機保護膜の積層構造体は、透明で、空気中の水分や酸素を積層によって完全に遮蔽することができ、有機EL素子の保護膜として十分な性能を有する。

【0042】また、ヘテロ環式化合物の重合膜と窒化珪素膜、酸化珪素膜、DLC膜等の無機保護膜の積層構造体は、有機EL素子として十分な耐熱性（例えば200℃）を備えると同時に熱伝導率が比較的高く、有機EL素子を駆動することで発生するジュール熱は容易に拡散し、無機保護膜表面で放熱される。このため、素子温度上昇が防がれ、温度上昇による有機化合物層14の変質などを防いで、素子寿命の向上を図ることができる。また、カバーガラスや缶パッケージなど封止筐体を用いていないので、直接ペルチェ冷却やファン冷却などの強制冷却手段を併用すれば、このヘテロ環式化合物の重合膜と窒化珪素膜、酸化珪素膜、DLC膜等の無機保護膜の積層構造体保護膜表面の放熱を促進することができる。このため、有機EL素子の冷却をより確実に行うことができる。

【0043】さらに、ヘテロ環式化合物の重合膜は、無機薄膜と比べ熱応力が小さいため、素子駆動によってジュール熱が発生した場合でも、応力を緩和する働きを有する。また、最表面層は窒化珪素膜、酸化珪素膜、DLC膜等の無機保護膜であるので、物理的にも保護機能を有している。また、保護膜20を構成するヘテロ環式化合物の重合膜及び窒化珪素膜、酸化珪素膜、DLC膜等の無機保護膜は、材料的に安価であり、プロセス的にも、カバーガラスや缶パッケージなど封止筐体を用いる

封止方法に比べ、安価に製造することができる。

【0044】〔実施形態3〕上記実施形態2において素子を覆う保護膜20は、図2に示すように素子側から有機保護膜22及び無機保護膜24が順に積層された構成である。これに対し、本実施形態3では、上記実施形態2とは反対に、素子側に無機保護膜を形成し、これを覆って有機保護膜を形成する構成を有する。素子領域を覆って形成された無機保護膜は、実施形態2の有機保護膜22上の無機保護膜24と同様、窒化珪素膜、酸化珪素膜、アモルファスシリコン膜、カーボン膜等を用いて形成する。膜厚は500nm以下とする。この無機保護膜24の形成方法としては、プラズマCVD法、CVD法、スパッタリング法、EB蒸着法などがある。素子と接する側にこのように無機保護膜を設けることによって有機保護膜の有機物と素子中の有機物とが反応するのを防ぐことができ、素子劣化の防止が可能である。また、膜厚を500nm以下にすることによって、上述のように素子駆動によってジュール熱が発生した場合にも、応力によって素子内部等に与える歪みを少なくできる。

【0045】また、保護膜が素子側から上記のように無機保護膜、有機保護膜の順に積層された構造を備え、その有機保護膜の上層、つまり素子領域の最外層に、無機保護膜(図2の符号24)を形成した多層(ここでは3層)構造としても良い。

【0046】〔実施形態4〕次に本発明の実施形態4として、実施形態2又は3のような保護膜に覆われた有機EL素子を製造する装置について図3～図6を参照して説明する。図3～図6に示す各装置に共通する点は、電極間に有機層を備えて構成される有機EL素子の各層をそれぞれ成膜する素子成膜室と、少なくとも、有機又は無機保護膜成膜室のうち少なくとも素子形成領域上に形成される保護膜用の成膜室とが直接又は搬送用真空室を介して連結されていることである。なお各室の間には、各室内を独立させるためゲートバルブが設けられている。このような構成を採用することで、素子を構成する有機膜形成後に、外気に全くさらされることがなく素子領域を有機保護膜及び無機保護膜で覆うことができ、大気にさられることで劣化しやすい素子有機膜を確実に保護することができる。

【0047】図3は、本実施形態4に係る有機EL素子の製造装置の第1の例を示している。この第1の例では、有機EL素子部の各膜を形成する成膜室と、保護膜を形成する成膜室が全て膜形成順に間にゲートバルブ(以下GV)を介して連結されたいわゆるインライン構造を備える。外部より成膜対象である基板を導入する基板導入室101、有機EL素子の有機層(発光層等)を成膜する有機薄膜成膜室102、A1などの金属電極からなる陰極を成膜する陰極成膜室103がそれぞれGVを介してこの順に連結されている。さらに、陰極成膜室103には、GVを介し、ここでは、素子を覆って先に

形成される無機保護膜用の成膜室201が連結され、該無機保護膜成膜室201には、GVを介して有機保護膜を形成する有機保護膜成膜室202が連結されている。また、有機保護膜成膜室202にはさらにGVを介して素子取出室203が連結されている。

【0048】なお、上記実施形態2のように素子側に先に有機保護膜22を形成する場合には、図3において、陰極成膜室103と素子取出室203との間の成膜室201、202の連結順を逆とする。

【0049】図3の例において、基板導入室101に導入される基板には既に陽極として機能する透明電極(ITO)が形成されており、基板導入室101の室内にこの基板を導入した後、図示しない排気手段によって室内を排気する。室内が十分な真空状態になったところで、有機薄膜成膜室102との間のGVを開け、基板を成膜室102に搬送する。ここで、有機薄膜及び陰極はそれぞれ蒸着(もちろんこれには限られないが)によって形成でき、この場合各成膜室102及び103は、それぞれ蒸着装置によって構成されている。有機薄膜成膜室102では、搬入された基板のITOの上に、素子構成に応じた発光層を含む有機膜を順に蒸着形成する。なお、有機膜が多層(例えば正孔輸送層、発光層、電子輸送層など)構造である場合には、各層ごとにこの成膜室102が設けられる。成膜室102において有機膜を形成した後、基板はGVを介して陰極成膜室103に送られ、ここで有機膜の上にさらに陰極が形成され、これらの工程を経て基板上には有機EL素子部が形成される。

【0050】次にこの基板はGVを介して無機保護膜成膜室201に搬送される。ここで、無機保護膜は、例えばプラズマCVD(化学気相成長)法によって形成することができ、この場合、無機保護膜成膜室201は、プラズマCVD装置によって構成される。GVを介して外気に晒されることがなく陰極成膜室103からこの無機保護膜成膜室201に搬入された素子部形成済みの基板に対し、プラズマCVDによって、該素子領域を覆う窒化珪素膜などの無機保護膜が形成される。また、無機保護膜形成後、基板は外気に晒されることがなくGVを介して次の有機保護膜成膜室202に搬入される。有機保護膜としてヘテロ環式化合物をプラズマ重合法にて形成する場合、有機保護膜成膜装置202はプラズマ重合装置によって構成される。そして、既に素子領域を覆って形成された無機保護膜を覆ってヘテロ環式化合物のプラズマ重合膜が有機保護膜として形成される。図3の構成では、素子の全ての成膜工程を基板が外気に晒されることがなく連続して実行することができ、有機EL素子の有機層の劣化を防止しながら保護膜を形成することができる。

【0051】図4に示す有機EL素子の製造装置の第2の例では、有機EL素子部の各膜を形成する成膜室(101、102及び103)は、上記図3と同様にインラ

イン構造であり、各成膜室が膜形成順にGVを介して連結されている。一方、無機及び有機保護膜の成膜室201及び202、及び基板取出室203は、共通の搬送用真空装置204にGVを介してそれぞれ連結されたいわゆるクラスタ構造となっている。

【0052】また、搬送用真空装置204は、GVを介して陰極成膜室103と連結されており、陰極まで形成された基板は、陰極成膜室103からGVを介して一旦搬送用真空装置204内に搬入される。保護膜として先に無機保護膜を形成する場合には、陰極成膜室103から搬入された基板は無機保護膜成膜室201にGVを介して運ばれる。成膜室201で無機保護膜が形成された後、基板は再び搬送用真空装置204に搬入され、次にこの真空装置204からGVを介して基板は有機保護膜成膜室202に搬入され、ここで有機保護膜が成膜される。

【0053】有機保護膜形成後、基板は再度真空装置204に戻され、その後、基板取出室203にGVを介して送られ、外部に搬出される。このように保護膜の形成装置部分がクラスタ構造であることから、保護膜として、無機保護膜及び有機保護膜のいずれを先に形成するプロセスを採用する場合にも、搬送用真空装置204からの搬送順序を変えるだけで対応できる。従って、例えば上記実施形態2及び3のいずれの保護膜積層構造についても図4に示す装置で対応することができる。

【0054】図5は本実施形態に係る有機EL素子製造装置の第3の例を示す。上記第2の例と相違する点は、有機EL素子部の各膜の成膜室が搬送用真空装置104にそれぞれGVを介して連結されたクラスタ構造が採用されていることである。また素子成膜側の搬送用真空装置104にはGVを介して保護膜形成側の上記図4と同様の搬送用真空装置204が連結されている。図5のような装置構成とすることで、より一層、形成工程順の変更に対して許容度の高い製造装置を提供することが可能となる。

【0055】図6は、有機EL素子の製造装置の第4の例を示している。この例では、各成膜室が全て共通の搬送用真空装置300にそれぞれGVを介して連結され、装置全体がクラスタ構造を備えている。また、図6において、基板導入室と基板取出室とは共通の室100として構成することができる。このようなクラスタ構造を採用することで、製造装置の形成工程変更への許容度は大きく、さらに、装置の設置面積を縮小することも容易である。

【0056】以上図4～6に示したクラスタ構造では、搬送用真空装置が別途必要となるが、インライン構造のように成膜速度の遅い工程により全体の処理速度が律速されにくく、製造速度を向上することが容易となる。例えば、図4～図6の各図において、それぞれの成膜室として1室ずつ示したが、成膜速度の遅い装置はこれを実

行する部屋を複数設け、それぞれを搬送用真空装置に連結することが容易である。或いは成膜速度が遅くても、一度に多数の基板を処理（バッチ処理）できる装置について、バッチ方式を採用し、成膜速度の差を調整して製造効率の向上を図ることも可能である。

【0057】ここで、無機保護膜の製造方法について説明する。半導体装置などにおいて利用される無機膜として酸化シリコンや窒化シリコン膜などは、スパッタリング法などを用いて形成でき、本発明でも無機保護膜の成膜法としてスパッタリング法を採用することも可能である。しかし、本発明のように有機EL素子の保護膜としての無機保護膜は、上述のようにプラズマCVD方法によって成膜することがより好ましい。その理由は、まず、スパッタ法では、半導体デバイスなどと比較して損傷を受けやすい有機EL素子に与えるダメージが大きく、また保護膜の重要な存在意義が外気から素子を遮蔽することであるにも関わらず、プラズマCVDと比較すると得られる膜密度及びカバレッジが劣る為である。

【0058】また、プラズマCVD方法及びスパッタリング法の成膜レートは、8nm/min程度であり、これに対して、有機EL素子部の有機膜及び陰極の成膜（蒸着）レートは、10nm/min程度であるが、保護膜の厚さは、素子の各層の合計膜厚の2倍程度かまたはそれ以上が要求される場合もある。従って、保護膜を形成するには、単純に計算しても有機EL素子部の成膜時間の2倍以上を要する場合があることになる。プラズマCVDは装置内で多数を一度に処理できるが、スパッタリング法は1枚毎にしか処理できない。従って、製造装置として、例えば上記図3のようなインライン方式を採用した場合はもちろん、図6のようなクラスタ方式を用いた場合においても、スパッタリング法を用いて無機保護膜を形成したのでは、この無機保護膜成膜工程が律速となる（但し、速度だけであれば1装置内にスパッタ装置のみ複数台並列することで対応することは可能）。これに対し、プラズマCVD法では、一度に複数枚を処理できる。従って、例えば図6の構成において、無機保護膜成膜室201にバッチ式プラズマCVD装置を採用することで、成膜速度の差を吸収することが容易となる。この場合、搬送用真空装置300の内部に、真空を維持しながら（外気に晒されることなく）、プラズマCVD処理待ちの基板を一時保管する場所を設け、保管場所に一定数基板がたまったところで、それらを一括してプラズマCVD装置内に搬入して各基板に無機保護膜を一度に形成する。

【0059】

【実施例】〔実施例1〕実施例1として、フラン重合膜を有機EL素子の保護膜として用いた場合の具体的な構成の一例及びその特性について以下に説明する。

【0060】図7は、本実施例1に係る有機EL素子の断面構成を表している。この有機EL素子の素子部分は

ガラス基板 10 上に、第 1 電極（ホール注入電極）12、有機化合物層 30、電子注入層 18 及び第 2 電極（電子注入電極）16 の積層構造で、有機化合物層 30 は第 1 電極側から順にホール注入層 32、ホール輸送層 34、有機発光層 36 が積層されて構成されている。

【0061】より具体的には、本実施例 1 では、ガラス基板 10 上に、第 1 電極 12 として ITO (Indium Tin Oxide) を 150 nm、ホール注入層 32 として銅フタロシアニン (CuPc) を 10 nm、ホール輸送層 34 としてトリフェニルアミン 4 量体 (TPTE) を 50 nm、発光層 36 としてキノリノールアルミ錯体 (Alq₃) を 60 nm、電子注入層 18 としてフッ化リチウム (LiF) を 0.5 nm、第 2 電極 16 としてアルミニウム (Al) を 100 nm 形成した。なお、ITO は、ITO が予め形成されているガラス基板を用い、ITO 以外の各層は、真空蒸着法によりそれぞれ同じ場所 (in-situ) に重ねて形成した。

【0062】第 2 電極 16 を形成した後、本実施例 1 は、有機 EL 素子の保護膜 20 として、フラン重合膜をプラズマ重合法によって形成した。フラン重合膜成膜中のフランモノマー圧力は 200 mTorr (1 Torr ≒ 133 pa)、フランモノマー流量 20 sccm (standard cc per minute)、プラズマ投入電力 20 W とし、基板温度は室温に設定してフラン重合膜を 2 μm の厚さ形成した。

【0063】また、比較例として、図 9 に示すように、有機 EL 素子構成は図 3 の実施例と同じで、フラン重合膜ではなく、第 2 電極形成後、素子を乾燥窒素雰囲気中に置いて、第 2 電極側からカバーガラスを被せ、基板 10 にこのカバーガラスを接着して封止した素子を作製した。

【0064】本実施例 1 に係る有機 EL 素子は、大気中に 1 ヶ月以上放置しても駆動の有無に関わらずダークスポットの増加は見られなかった。このため有機 EL 素子の保護膜 20 として、フラン重合膜は、空気中の水分や酸素に対する遮蔽性が十分高く、保護膜として十分な機能を有していることが分かった。

【0065】実施例 1 に係る有機 EL 素子の保護膜 20 の表面、及び比較例の有機 EL 素子のカバーガラス側に、それぞれ熱伝導性グリース等でペルチェ素子の冷却側を貼り付け、実施例及び比較例の有機 EL 素子を駆動し冷却効果を評価した。ペルチェ素子には 1 A の一定電流を流すことにより、実施例及び比較例を一定の冷却状態に保ち、この条件下で有機 EL 素子を初期輝度 2400 cd/m² にて定電流駆動し、輝度の時間変化を測定した。

【0066】その結果、実施例 1 及び比較例の有機 EL 素子の半減寿命（輝度が初期輝度の半分、ここでは 1200 cd/m² となるまでの時間）は、それぞれ、150 時間、100 時間であり、実施例 1 の素子において半減寿命が延びていることが分かった。

【0067】このことから、本実施例 1 のようにフラン重合膜などを保護膜として用いることにより、大きな冷却効果が得られ、素子の温度上昇による劣化が抑えられて素子寿命を延ばすことが可能であることが分かった。

【0068】なお、有機 EL 素子部の構成は、図 7 のような構成に限らず、例えば、電子注入層やホール注入層を設けない構成等、様々な例が考えられ、いずれの素子でも上記実施例のようなフラン重合膜を保護膜として用いることで同様の効果が得られる。

【0069】〔実施例 2〕実施例 2 として、有機保護膜にフラン重合膜、無機保護膜に窒化珪素膜を採用した積層構造体を有機 EL 素子の保護膜として用いた場合の具体的な構成の一例及びその特性について以下に説明する。

【0070】図 8 は本実施例に係る有機 EL 素子の断面構成を表している。この有機 EL 素子の素子部分は上記実施例 1 と同じで、ガラス基板 10 上に、第 1 電極（ホール注入電極）12、有機化合物層 30、電子注入層 18 及び第 2 電極（電子注入電極）16 の積層構造で、有機化合物層 30 は、第 1 電極側から順にホール注入層 32、ホール輸送層 34、有機発光層 36 が積層されて構成されている。

【0071】より具体的には、本実施例では、ガラス基板上に第 1 電極 12 として ITO (Indium Tin Oxide) を 150 nm、ホール注入層として銅フタロシアニン (CuPc) を 10 nm、ホール輸送層としてトリフェニルアミン 4 量体を 50 nm、発光層 36 としてキノリノールアルミ錯体 (Alq₃) を 60 nm、電子注入層としてフッ化リチウム (LiF) を 0.5 nm、第 2 電極としてアルミニウム (Al) を 100 nm 形成した。なお、ITO は、ITO があらかじめ形成されているガラス基板を用い、ITO 以外の各層は真空蒸着法によりそれぞれ同じ場所 (in-situ) に重ねて蒸着した。

【0072】第 2 電極 16 を形成した後、本実施例は、有機 EL 素子の保護膜 20 として、フラン重合膜 22 をプラズマ重合法によって形成した。フラン重合膜成膜中のフランモノマー圧力は 200 mTorr、フランモノマー流量 20 sccm、プラズマ投入電力 20 W とし、基板温度は室温に設定しフラン重合膜 22 を 2 μm の厚さ形成した。さらに、フラン重合膜 22 が形成された有機 EL 素子を、プラズマ CVD 装置にセットし、基板温度 100 °C、プラズマ投入電力 10 W とし、シラン、アンモニア及び窒素を導入し、窒化珪素膜 24 を 1 μm の厚さ形成した。

【0073】比較例は、上記実施例 1 において比較例として説明した有機 EL 素子を用いた（図 9 参照）。

【0074】本実施例 2 に係る有機 EL 素子は、大気中に 1 ヶ月以上放置しても、素子にダークスポットは見られず、空気中の水分や酸素に対し遮蔽性が高いことが示された。また、本実施例において、保護膜 20 と素子領

域の間、特に重合膜 2 2 と素子領域の間に膜厚 100 nm の窒化珪素膜もしくは酸化珪素膜もしくはアモルファスシリコン膜もしくはカーボン膜を、プラズマ CVD 法により形成することで、さらに長期間ダークスポットの増加は見られなかった。すなわち、このような無機層を設けることによって保護膜中の有機物と素子中の有機物とが反応するのを防ぐことができることが分かった。

【0075】また、実施例 2 に係る有機 EL 素子の保護膜 20 の表面、及び比較例の有機 EL 素子のカバーガラスに熱伝導性グリースでペルチェ素子の冷却側を取り付け、実施例及び比較例の有機 EL 素子を駆動し、冷却効果を調べた。ペルチェ素子には一定電流を流すことにより、実施例及び比較例を一定の冷却状態に保ち、この条件下で有機 EL 素子を初期輝度 2400 cd/m² にて低電流駆動し、輝度の時間変化を測定した。

【0076】その結果、実施例 2 及び比較例の有機 EL 素子の半減寿命は、それぞれ、150 時間、100 時間であり、実施例の素子において半減寿命が延びていることが分かった。

【0077】さらに、本実施例について、室温と 100℃ のサイクル試験を 20 回を行い、素子特性を調べたが正常に動作した。比較例では、非発光部が生じ、劣化した。

【0078】このことから、本実施例のように、フラン重合膜と窒化珪素膜からなる積層構造等を保護膜として用いることにより、大きな冷却効果が得られ、素子の温度上昇による劣化が抑えられて素子寿命を延ばすことができることが分かった。

【0079】なお、有機 EL 素子部の構成は、図 8 のような構成に限らず、例えば電子注入層やホール注入層を設けない構成、また、高分子化合物層を形成する構成等、様々な例が考えられ、いずれの場合にも上記実施例のようなフラン重合膜を保護膜として用いることで同様の効果を得ることができる。

【0080】また、フラン重合膜の代わりに、ピロール重合膜、チオフェン重合膜を、窒化珪素膜の代わりに酸化珪素膜、DLC 膜を積層した構造体による保護膜の場合でも、同様な効果が得られた。

【0081】〔実施例 3〕実施例 3 では、まずガラス基板上に有機 EL 素子を成膜し、次に有機 EL 素子全体を覆うように無機保護膜を真空一環で形成し、最後に有機化合物のプラズマ重合膜を同じく真空一環で形成した。なお、素子構成は、上述の図 8 において有機保護膜 2 2 を無機保護膜とし、無機保護膜 2 4 を有機保護膜としたものと同じである。

【0082】本実施例 3 で用いた有機 EL 素子はガラス基板の上にホール注入電極、ホール注入層、ホール輸送層、発光層、電子注入層、電子注入電極を積層させた構造とした（但し、本発明が実際に適用される有機 EL 素子はこのような構造でなくてもよく、例えば電子注入層

やホール注入層のない構造など様々な構造のものが考えられる）。本実施例 3 では、ホール注入電極として ITO、ホール注入層として銅フタロシアニン (CuPc)、ホール輸送層としてトリフェニルアミン 4 量体 (TPTE)、発光層としてキノリノールアルミ錯体 (Alq₃)、電子注入層としてフッ化リチウム (LiF)、電子注入電極としてアルミニウム (Al) を用いた。成膜は、ITO 以外は真空蒸着法により in-situ で行った。なお、ITO は基板として市販されているものを用いた。また、各層の膜厚は ITO : 150 nm、銅フタロシアニン : 10 nm、トリフェニルアミン 4 量体 : 50 nm、キノリノールアルミ錯体 : 60 nm、フッ化リチウム : 0.5 nm、Al : 100 nm とした。

【0083】本実施例 3 では、無機保護膜としてシリコン窒化膜をプラズマ CVD 装置にて作成した。無機保護膜としては窒化シリコン膜の他に酸化シリコン膜、窒酸化シリコン膜、DLC 膜（ダイヤモンド状カーボン膜）、アモルファスカーボン膜、酸化アルミニウム膜、アモルファスシリコン膜等があげられる。また成膜装置として、プラズマ CVD 装置の他に CVD 装置、真空蒸着装置、スパッタ装置、ALE 装置等があげられる（但し、上述の通りスパッタよりも CVD 或いは真空蒸着法がより優れている）。原料ガスとして SiH₄、NH₃、N₂ を使い、成膜中の真空度は 400 mTorr、プラズマ投入電力は 10 W、基板温度は 100℃ の条件にて成膜を行った。シリコン窒化膜の膜厚は 200 nm とした。また、有機化合物のプラズマ重合膜としてフランプラズマ重合膜をプラズマ重合装置にて作製した。プラズマ重合膜としてはヘテロ環式化合物の重合膜が望ましい。さらに該ヘテロ環式化合物は五員環化合物が望ましい。さらには該五員環化合物はフラン、ピロール、チオフェンのいずれかの重合体または 2 つ以上を含む重合体であることが望ましい。成膜中のフランモノマー圧力は 200 mTorr、フランモノマー流量 20 sccm、プラズマ投入電力 20 W、基板温度は室温の条件にて成膜を行った。フラン重合膜の膜厚は 2 μm とした。

【0084】比較例 1 として有機 EL 素子作成後、一旦大気に晒した後、シリコン窒化膜およびフランプラズマ重合膜を真空一環で形成した。また、比較例 2 として有機 EL 素子およびシリコン窒化膜を真空一環で形成した後、一旦大気に晒した後、フランプラズマ重合膜を成膜した。

【0085】このようにして作製された実施例および比較例 1、比較例 2 を 85℃ の高温下で初期輝度 400 cd/m² にて定電流駆動を行い、500 時間後の発光面を観察した。実施例 3 ではダークスポットは 10 個/cm² 以下と少なく、しかもそのサイズは全て 100 μm 以下であった。これに対して比較例 1 ではダークスポットは 250 個/cm² と多く、そのサイズは 50% 以上が 100 μm 以上であり 500 μm 以上のものも存在し

た。また、比較例 2 ではダークスポットは $50 \text{ 個}/\text{cm}^2$ とそれほど多くなかったが、剥離する場所が存在したり、パーティクルによる巨大なダークスポットが発生したり不安定な特性であった。すなわち、本特許にある装置を用いることにより、高温において耐久性及び良好なダークスポット特性双方を兼ね備えたような保護膜を得ることが可能であることが示された。

【0086】また、本実施例 3 において、素子側に形成した無機保護膜の膜厚を 100 nm 程度とし、これを覆って有機保護膜を形成し、さらにこの有機保護膜を覆って無機保護膜を形成した構成においても、長期間ダークスポットの増加は見られなかった。従って、保護膜を素子側及び最外側側がそれぞれ無機保護膜とする 3 層構造とすることで、保護膜中の有機物と素子中の有機物との反応を防ぎ、かつ放熱効果の向上を図ることができる。

【0087】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、有機 EL 素子の素子領域をヘテロ環式化合物の重合膜を含む保護膜によって覆うので、素子領域を空気中の水分や酸素から確実に遮蔽でき、かつ、この重合膜の熱伝導度が比較的高いので、駆動により発熱する有機 EL 素子冷却効果が高い。さらに、このような重合膜を有する保護膜は低コストで成膜することができる。

【0088】また、保護膜として、上記のような重合体を含む有機保護膜に加え、さらに窒化珪素膜、酸化珪素膜、又は DLC 膜等の無機保護膜を用いることによって優れた冷却効果と、有機 EL 素子領域を水分、酸素から遮蔽する効果が得られる。保護膜が積層構造体であるためプロセス上重合膜にピンホールが存在したり無機保護膜として例えば窒化珪素膜に粒界が発生している場合でも、互いの膜構造の欠陥を相補するので非常に優れた遮蔽性を発揮することが可能となる。また、有機 EL 素子は有機薄膜を有し、応力に弱く熱サイクル等によって歪みがかかると剥離などの問題を起こしやすいが、重合膜と無機保護膜の積層構造とすることで、素子最外部は強固なガラス基板と窒化珪素膜等で覆うこととなり、一方内部はプラズマ重合膜の比較的柔軟な膜が存在すること

となり、耐久性の向上に寄与することができる。

【0089】さらに、このような有機 EL 素子の製造装置として、素子形成部と保護膜形成部とを直接又は搬送用真空室を介して連結することで、形成した素子を大気に晒すことなく保護膜を形成することができ、一層の素子寿命向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施形態 1 に係る有機 EL 素子の概略断面構成を示す図である。

【図 2】 本発明の実施形態 2 に係る有機 EL 素子の概略断面構成を示す図である。

【図 3】 本発明の有機 EL 素子製造装置の第 1 の例を示す図である。

【図 4】 本発明の有機 EL 素子製造装置の第 2 の例を示す図である。

【図 5】 本発明の有機 EL 素子製造装置の第 3 の例を示す図である。

【図 6】 本発明の有機 EL 素子製造装置の第 4 の例を示す図である。

【図 7】 実施例 1 に係る有機 EL 素子の概略断面構成を示す図である。

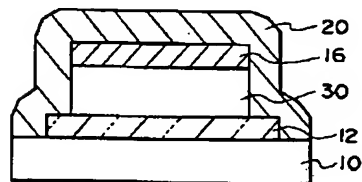
【図 8】 実施例 2 に係る有機 EL 素子の概略断面構成を示す図である。

【図 9】 比較例に係る有機 EL 素子の概略断面構成を示す図である。

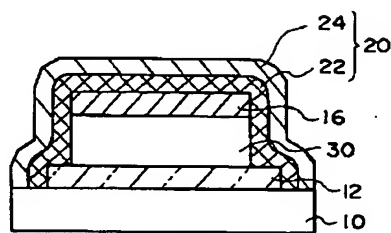
【符号の説明】

10 ガラス基板、12 第 1 電極、16 第 2 電極、18 電子注入層、20 保護膜、22 有機保護膜（重合膜、ヘテロ環式化合物）、24 無機保護膜（窒化珪素膜、酸化珪素膜もしくは DLC 膜等）、30 有機化合物層、32 ホール注入層、34 ホール輸送層、36 有機発光層、100 基板導入・取出室、101 基板導入室、102 有機薄膜成膜室、103 陰極成膜室、104、204、300 搬送用真空装置、201 無機保護膜成膜室、202 有機保護膜成膜室、203 基板取出室。

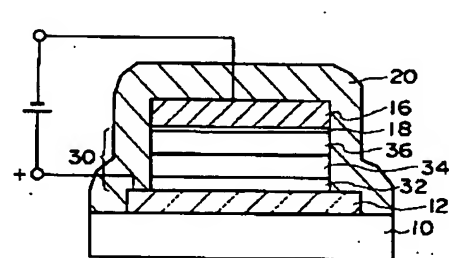
【図 1】



【図 2】

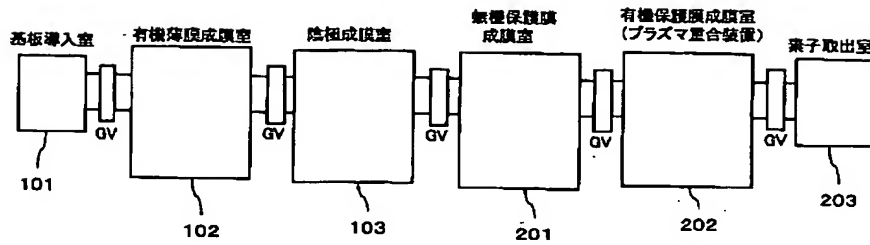


【図 7】

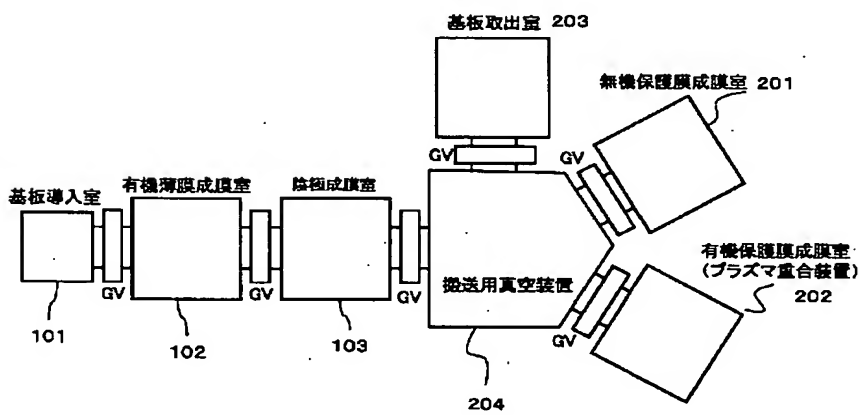


【図3】

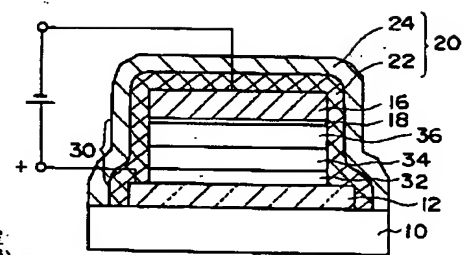
GV:ゲートバルブ



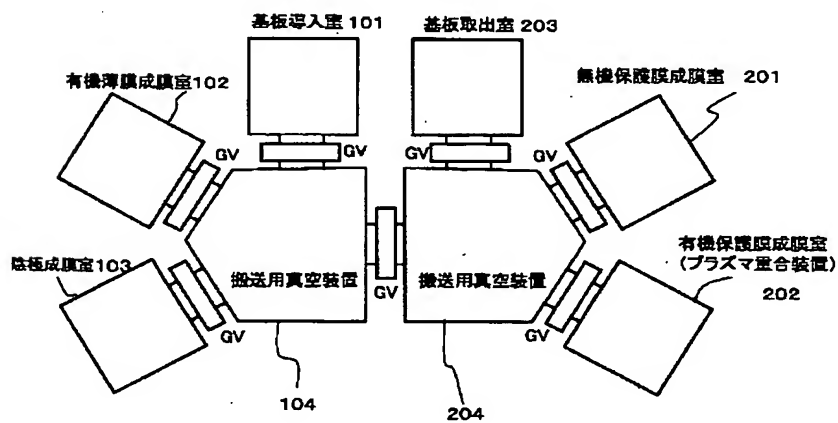
【図4】



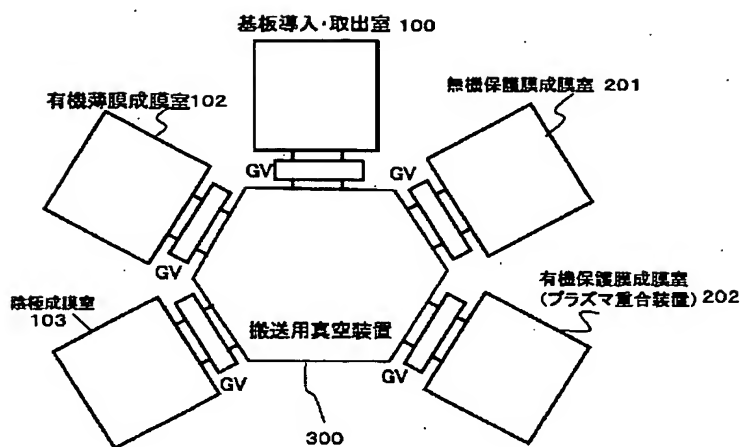
【図8】



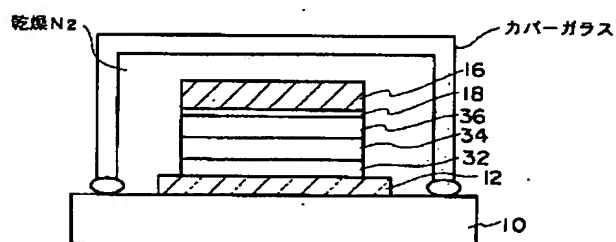
【図5】



【図 6】



【図 9】



フロントページの続き

(72)発明者 大脇 健史
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72)発明者 多賀 康訓
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1 株式会社豊田中央研究所内

F ターム(参考) 3K007 AB11 AB13 AB14 AB18 BB00
CA01 CB01 DA01 DB03 EA01
EB00 FA01 FA02

4K029 AA09 AA24 BC07 BD00 CA12
GA03 KA09

4K030 BA02 BA28 BA30 BA38 BA39
BA40 BA43 BA46 CA06 CA12
DA02 FA01 LA18